Minera Panamá

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Instalación de Manejo de Relaves

Líneas de tubería superficiales: Relaves y Agua

30/Abr/2023



Foto al inicio de la línea de agua | Estación de Bombeo | Decantación del IMR | Abril 2022



Foto al inicio de la línea de agua | Estación de Bombeo | Decantación del IMR | Abril 2023

CLIENTE: Minera Panama S.A (MPSA)

PROYECTO: Mina de Cobre Panama (MdCP)

	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR: Zayra Caballero (ZC)	[signature]	1/May/2023
APROBADO POR: Nicholas Mather (NM)	[signature] P.P. Nicholas Mather	1/May/2023

DISTRIBUCIÓN / ÍNDICE DE REVISIONES

Código de Emisión	Revisión				Detalle de Revisión
	No.	Prep. por	Aprob. por	Fecha	
RI	A	ZC	NM	21-Abr-22	Distribuido para información. Reemplaza el Informe: Relaves terrestres y tubería de agua a partir del 8 de julio de 2021
RI	B	ZC	NM	30-Abr-23	Informe ajustado en base a la inspección de campo del 30/Abr/2023

NOTES:

1. Códigos de emisión: RC = Generado para construcción, RD = Generado para diseño, RF = Generado para fabricación, RI = Generado para información, RP = Generado para compra, RQ = Generado para cotización, RR = Generado para revisión y comentarios.
2. Los cambios respecto a versión anterior a este documento se mostrarán en azul.
3. La información faltante se mostrará en verde.

Índice

1. INTRODUCCIÓN 4
2. ANTECEDENTES 4
2.1. Caracterización geológica 4
2.2. Datos geotécnicos y resultados de pruebas 5
2.3. Parámetros de Construcción de la Carretera 7
2.4. Línea de tuberías superficiales: Relaves y Agua 8
2.4.1. Líneas de tubería sobre la carretera "Decant" y "Coastal" 8
2.4.2. Línea de tubería sobre la carretera aguas debajo de las presas ("East Toe" y "North Toe") 9
3. INSPECCIONES DE CAMPO Y RESULTADOS 9
3.1. Línea de tubería sobre la carretera "Decant" 10
3.2. Línea de tubería sobre la carretera "Coastal" 12
3.3. Línea de tubería sobre la carretera aguas abajo de las Presas 14
4. CONCLUSIÓN 18

Lista de Figuras

Figura 2.1 – 1: Perfil típico del de Cobre Panamá (figura 12 - AMEC file VM00543.500) 5

Figura 2.3 – 1: Sección de corte de la carretera “Costal” (figure 18 -AMEC file VM0049.209C.4).............. 8

Figura 2.3 – 2: Sección de relleno de la carretera “Costal” (figure 18 - AMEC file VM0049.209C.4)........... 8

Figura 2.4 – 1: Sección típica de tuberías (Sección A - 1824-301-PI-DRG-0109_rev2) 9

Figura 3.1 – 1: Tuberías sobre la carretera “Decant” - Inspección de estabilidad (1de3) 10

Figura 3.1 – 2: Tuberías sobre la carretera “Decant” - Inspección de estabilidad (2de3) 11

Figura 3.1 – 3: Tuberías sobre la carretera “Decant” - Inspección de estabilidad (3de3) 11

Figura 3.2 – 1: Tuberías sobre la carretera “Coastal” - Inspección de estabilidad (1of3) 12

Figura 3.2 – 2: Tuberías sobre la carretera “Coastal” - Inspección de estabilidad (2de3)......................... 13

Figura 3.2 – 3: Tuberías sobre la carretera “Coastal” - Inspección de estabilidad (3de3)......................... 13

Figura 3.3 – 1: Tuberías sobre la carretera “North Toe” - Inspección de estabilidad (1de5) 14

Figura 3.3 – 2: Tuberías sobre la carretera “North Toe” - Inspección de estabilidad (2de5) 15

Figura 3.3 – 3: Tuberías sobre la carretera “North Toe” - Inspección de estabilidad (3de5) 16

Figura 3.3 – 4: Tuberías sobre la carretera “North Toe” - Inspección de estabilidad (4de5) 17

Figura 3.3 – 5: Tuberías sobre la carretera “North Toe” - Inspección de estabilidad (5de5) 17

Lista de Tablas

Tabla 2.2 – 1: Resultados de suelos residuales (Tabla 5-2 – VM00543.500 – AMEC) 6

Tabla 2.2 – 2: Resultados de saprolita (Tabla 5-4 – VM00543.500 – AMEC) 6

Tabla 2.2 – 3: Resultados de suelos de gravilla (Tabla 5-14 – VM00543.500– AMEC)............................... 6

Tabla 2.2 – 4: Resultados de la roca fresca (Tabla 5-15 – VM00543.500 – AMEC) 7

Lista de Apéndices

Apéndice I Informe de Interpretación de Datos – AMEC

Apéndice II Resumen y recomendaciones del reconocimiento geotécnico de caminos de acceso costero

Apéndice III Planos de oleoductos terrestres Problema para la construcción (IFC)

Apéndice IV Inspección terrestre de relaves y tuberías de agua

1. INTRODUCCIÓN

La Instalación de Manejo de Relaves (IMR) es el área del Proyecto Cobre Panamá destinada a contener los sobrantes de la planta de proceso y a embalsar agua para luego llevarla hacia la planta de proceso.

El IMR se conecta directamente desde/hacia la Planta de Proceso a través de una serie de tuberías cuyo propósito es suministrar agua desde el embalse del IMR hasta a la planta de proceso; y, también alimentar los relaves provenientes de la planta de proceso hacia el IMR.

Las líneas de tubería en referencia están actualmente operativas y en su mayor parte se encuentran sobre las carreteras "Coastal", "Decant", "East Toe" y "North Toe".

La construcción de las carreteras "Decant" y "Coastal" fue previa a la instalación de las líneas de tuberías en referencia; no obstante, el diseño de estas carreteras fue hecho considerando la instalación de las líneas de tubería en referencia.

Por otro lado, las carreteras "East Toe" y "North Toe" no fueron diseñadas con la intención de contener líneas de agua, por lo cual una serie de ajustes se generaron en sitio por el departamento MICSA para ampliar y dar lugar a la instalación de la tubería (no hay dibujos IFC o As-Built disponibles a la fecha).

Con la intención de reducir riesgos en la operación de las líneas de tuberías, se harán inspecciones periódicas de las carreteras para asegurar un buen estado de la rodadura y taludes.

En este informe se describirá el estado actual del entorno de las líneas de tubería en base a inspecciones de campo.

2. ANTECEDENTES

2.1. Caracterización geológica

La región que corresponde a Cobre Panamá cuenta con una capa de suelo profunda compuesta de granodiorita alterada, pórfido de granodiorita y andesita; y una capa superficial del suelo compuesto de roca descompuesta sedimentos fluviales o aluviales.

El estrato del suelo en el sitio de la IMR típicamente consiste en suelos residuales, saprolita, roca descompuesta, grava y lecho de roca fresca; como se ilustra en la Figura 2.1 – 1.

Más datos geológicos se describen en el reporte de interpretación de datos emitido por AMEC que se ha adjuntado a este informe en el Apéndice I.

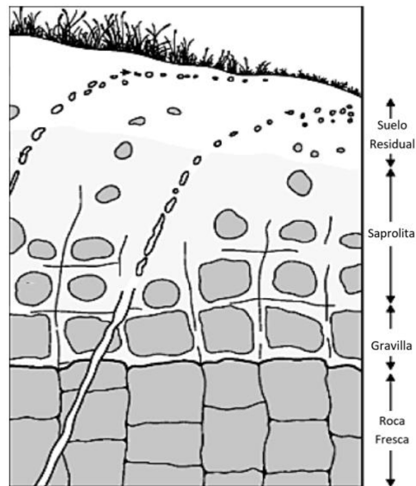


***Figura 2.1 – 1**: Perfil típico del de Cobre Panamá (figura 12 - AMEC file VM00543.500)*

2.2. Datos geotécnicos y resultados de pruebas

La caracterización del suelo del sitio mina se realizó con base en los datos geológicos disponibles, perforaciones y varias pruebas de laboratorio.

La estratigrafía del sitio se definió como se detalla a continuación, generalmente con capas superficiales más gruesas en las cimas de las cordilleras y delgadas o ausentes en los valles donde los cursos de agua tienden a erosionar el suelo residual y la saprolita.

- **Capa de suelo residual:** hasta 6 metros de espesor
- **Capa de saprolite:** de 2 hasta 28 metros de espesor
- **Capa de gravilla:** de 0 hasta 27 metros de espesor.

Las propiedades del suelo de las capas se han resumido como se muestra en la Tabla 2.2 – 1 a 2.2 – 4.

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	1.2	3.4	0	236
Gradation				
Gravel (% by weight)	8.5	74.9	0	167
Sand (% by weight)	33.1	88.7	4.7	167
Fines, silt & clay (% by weight)	58.4	95.2	3.8	167
Clay (% by weight)	24.9	57.6	0.9	85
Natural Moisture Content	45.1	86.7	17.2	200
Atterberg Limits				
Liquid Limit (%)	53.6	84	30.3	155
Plastic Limit (%)	33.4	50.5	19.8	155
Plasticity Index (%)	20.2	46.4	5.6	155
Field Density (Sand Cone)				
Wet Density (kg/m³)	1673.8	1855	1385	25
Moisture Content (%)	44.2	65.6	29.1	25
Dry Density (kg/m³)	1171.4	1419	949	25
Standard Proctor				
Max Dry Density (kg/m³)	1447.2	1778	1165	41
Optimum Moisture Content (%)	27.7	42.6	16.6	41

Tabla 2.2 – 1*: Resultados de suelos residuales (Tabla 5-2 – VM00543.500 – AMEC)*

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	5.7	33.5	0	302
Gradation				
Gravel (% by weight)	7.0	74.5	0	252
Sand (% by weight)	38.9	96.6	3.2	252
Fines, silt & clay (% by weight)	54.2	96.2	2.8	252
Clay (% by weight)	21.8	41.5	6.4	98
Natural Moisture Content	39.7	89.0	8.2	258
Atterberg Limits				
Liquid Limit (%)	45.7	77.8	24.8	183
Plastic Limit (%)	30.2	53.8	17.4	183
Plasticity Index (%)	15.5	51.4	3.1	183
Field Density (Sand Cone)				
Wet Density (kg/m³)	1678.5	1925	1283	41
Moisture Content (%)	39.6	67.2	16.7	41
Dry Density (kg/m³)	1213.7	1572	854	41
Standard Proctor				
Max Dry Density (kg/m³)	1426.2	1699	1166	67
Optimum Moisture Content (%)	27.8	43.0	16.5	67

Tabla 2.2 – 2*: Resultados de saprolita (Tabla 5-4 – VM00543.500 – AMEC)*

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	5.1	28.75	0	60
Gradation				
Gravel (% by weight)	21.3	52.4	0	36
Sand (% by weight)	35.5	67.3	16.7	36
Fines, silt & clay (% by weight)	43.2	78.8	8	36
Clay (% by weight)	18.7	29.7	6.46	5
Natural Moisture Content	38.0	78.9	8.2	40
Atterberg Limits				
Liquid Limit (%)	45.5	75	9	33
Plastic Limit (%)	31.3	43.8	18.9	33
Plasticity Index (%)	14.2	31.2	3.3	33
Field Density (Sand Cone)				
Wet Density (kg/m³)	1750	1866	1609	4
Moisture Content (%)	41.2	51.7	31.1	4
Dry Density (kg/m³)	1248	1394	1060	4
Standard Proctor				
Max Dry Density (kg/m³)	1463.3	1652	1203	9
Optimum Moisture Content (%)	27.1	43.0	15.2	9

Tabla 2.2 – 3*: Resultados de suelos de gravilla (Tabla 5-14 – VM00543.500– AMEC)*

Table 5-15: Summary of Laboratory Measured Bedrock Properties – 2010 Data

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	30.6	73.9	0.9	631
Density (kg/m^3)				
Granodiorite	2713	2820	2470	34
Andesite	2800	3070	2390	44
Breccia	2590	2590	2590	1
UCS (MPa)				
Granodiorite	77.1	172.7	21.8	32
Andesite	64.3	208.0	20.8	39
Breccia	46.4	46.4	46.4	1
Broken Along Vein	22.6	56.7	4.7	7
Splitting Tensile Strength (MPa)				
Granodiorite	11.7	15.4	3.7	5
Andesite	11.7	17.0	8.0	3
Point Load, Is50 (MPa)				
By Lithology:				
Granodiorite	7.8	15.1	0.1	249
Andesite	6.1	19.0	0.0	284
Breccia	2.1	2.7	1.3	3
By Structure:				
Intact rock break	7.9	19.0	0.1	400
Vein break	3.9	13.8	0.0	136
Direct Shear Tests[1]				
Friction Angle (°)	40.6	55	33	5
Cohesion (kPa)	-104.2	-25.8	-228.1	5

1. Refer to section 5.4.6.5. Reported direct shear results provided to AMEC were judged to be unreliable.

***<u>Tabla 2.2 – 4</u>**: Resultados de la roca fresca (Tabla 5-15 – VM00543.500 – AMEC)*

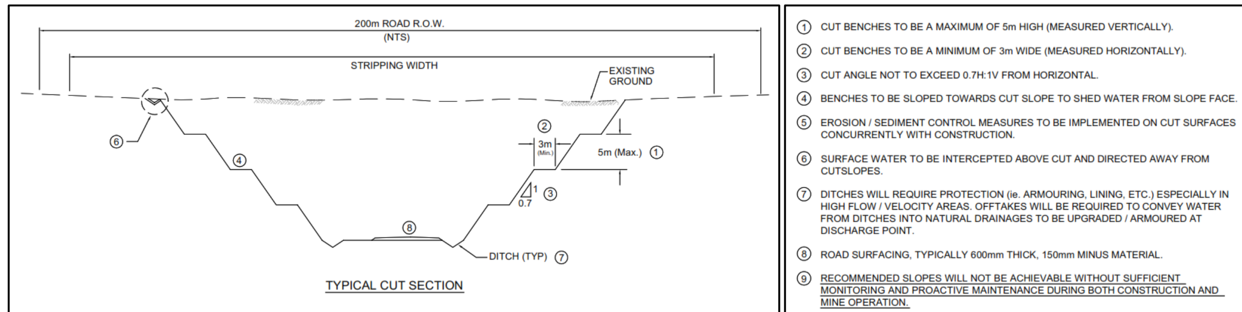
Se proporcionan más datos geotécnicos en el reporte de interpretación de datos emitido por AMEC que se ha adjuntado a este informe en el Apéndice II

2.3. Parámetros de Construcción de la Carretera

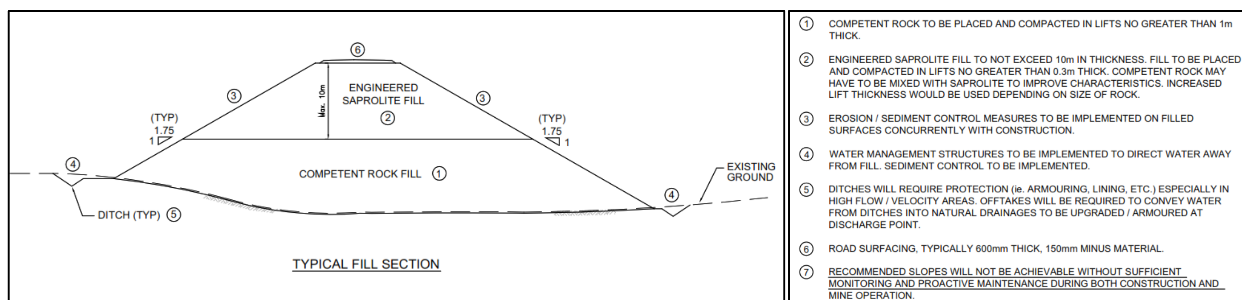
La carretera "Coastal" se construyó para conectar el área minera con el sitio del puerto, la cual consta de aproximadamente 30 km de longitud y su diseño fue hecho considerando la instalación de líneas de tubería de alimentación de agua hacia la planta de proceso (entre otras líneas de tubería).

La condición inicial del suelo de la carretera "Coastal" presentaba ondulaciones importantes (de hasta 120 m de desnivel). El diseño final consideró la minimización de los trabajos de corte y relleno y, como se indica en las Secciones 2.2 de este informe, se construyó principalmente en suelo natural tipo saprolita y en ocasiones de gravilla.

Con base en las investigaciones geotécnicas y su interpretación, el diseño de corte y relleno para las construcciones viales es como se muestra en las Figuras 2.3 – 1 y Figura 2.3 – 2. Además, es importante mencionar que se recomienda el monitoreo y mantenimiento periódico durante la operación de la carretera para mantener en condiciones óptimas a la misma.



***<u>Figura 2.3 – 1</u>**: Sección de corte de la carretera “Costal” (figure 18 -AMEC file VM0049.209C.4)*



***<u>Figura 2.3 – 2</u>**: Sección de relleno de la carretera “Costal” (figure 18 - AMEC file VM0049.209C.4)*

2.4. Línea de tuberías superficiales: Relaves y Agua

Estas líneas tienen el propósito de suministrar agua desde el embalse del IMR hasta a la planta de proceso y de alimentar los relaves provenientes de la planta de proceso hacia el IMR.

2.4.1. Líneas de tubería sobre la carretera “Decant” y “Coastal”

First Quantum estuvo a cargo del diseño e instalación de estas líneas de tuberías, quienes a su vez designaron a Lycopodium para el desarrollo de planos de construcción (IFC). Estos dibujos IFC fueron ajustados posteriormente por el equipo de ingeniería en el sitio. Consulte el Apéndice III para ver los dibujos.

En la Figura 2.4 -1 se presenta una sección transversal típica de las tuberías, terreno natural y proyección de la carretera.

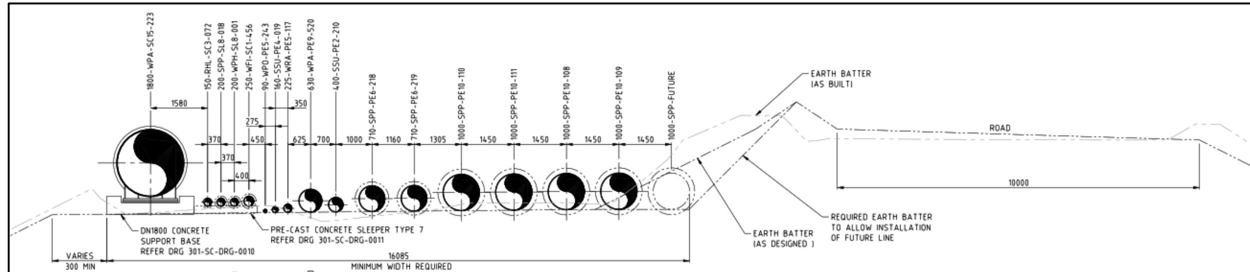


Figura 2.4 – 1: *Sección típica de tuberías (Sección A - 1824-301-PI-DRG-0109_rev2)*

2.4.2. Línea de tubería sobre la carretera aguas debajo de las presas (“East Toe” y “North Toe”)

La línea de tubería que va sobre la carretera aguas debajo de las presas inició operaciones durante el 2022, luego de que naciera la necesidad de aumentar el abastecimiento previamente dado a la planta de procesos (tanque de agua).

Esta tubería nueva reposa en su mayoría sobre la carretera existente aguas debajo de las presas en el TMF; no obstante, se ejecutaron extensiones de ancho de rodadura y de longitud lo cual permitió la instalación de la misma.

El diseño consiste en una tubería metálica con una serie de bases de concreto, válvulas y bridas.

La línea de tubería no toma en consideración barreras protectoras contra posibles golpes ocasionado por vehículos

3. INSPECCIONES DE CAMPO Y RESULTADOS

Dos aspectos principales son tomados en cuenta durante las inspecciones de rutina los cuales son condiciones de los cimientos y de los taludes a lo largo de las carreteras involucradas a lo largo de las líneas de tubería.

La construcción de taludes a lo largo de las carreteras inspeccionadas parece, a simple vista, estar en buen estado y en cumplimiento con el diseño. Sin embargo, se recomienda hacer una verificación con asistencia tipográfica para hacer una comparación con el diseño a lo largo de la alineación de las tuberías.

Consulte el Apéndice IV para ver la última inspección de campo y varios comentarios.

3.1. Línea de tubería sobre la carretera "Decant"

La línea de tubería sobre la carretera "Decant" van desde el KM 7+350 hasta el KM 11+900 (estación de bombeo), aproximadamente.

Los alrededores de la línea, tales como cimientos y taludes, se encuentran en buenas condiciones.

Algunos comentarios de interés fueron identificados durante la inspección (ver Figura 3.1 – 2), entre los cuales se señala el bloqueo de las tuberías de descarga existentes en el aliviadero del "Sed. Pond" 4 y el crecimiento excesivo de maleza sobre la línea de agua.

Se recomienda continuar con las inspecciones periódicas para monitorear las condiciones del terreno y de los taludes.



Figura 3.1 – 1*: Tuberías sobre la carretera "Decant" - Inspección de estabilidad (1de3)*



Figura 3.1 – 2: *Tuberías sobre la carretera "Decant" - Inspección de estabilidad (2de3)*



Figura 3.1 – 3: *Tuberías sobre la carretera "Decant" - Inspección de estabilidad (3de3)*

3.2. Línea de tubería sobre la carretera "Coastal"

La línea de tubería sobre la carretera "Coastal" va desde el KM 1+500 (tanque de agua) hasta el KM 7+350, aproximadamente.

Los alrededores de la línea, tales como los cimientos y taludes, se encuentran en buenas condiciones.

Se recomienda continuar con las inspecciones periódicas para monitorear las condiciones del terreno y de la pendiente.



Figura 3.2 – 1*: Tuberías sobre la carretera "Coastal" - Inspección de estabilidad (1of3)*



Figura 3.2 – 2*: Tuberías sobre la carretera “Coastal” - Inspección de estabilidad (2de3)*



Figura 3.2 – 3*: Tuberías sobre la carretera “Coastal” - Inspección de estabilidad (3de3)*

3.3. Línea de tubería sobre la carretera aguas abajo de las Presas

La línea de tubería sobre la carretera aguas debajo de las presas va desde el KM 0+000 hasta el KM 8+678.

Las condiciones en los alrededores de la línea, tales como los cimientos y taludes, se encuentran en buenas condiciones.

Algunos comentarios de interés fueron identificados durante la inspección (ver Figura 3.3 – 1 & 3.3 – 3), en donde se señala ciertas áreas en donde el sistema de banquetas y/o taludes esta en incumplimiento con criterios de diseño considerado en la sección 2.3 de este reporte.

Se recomienda continuar con las inspecciones periódicas para monitorear las condiciones del terreno y de la pendiente.



***Figura 3.3 – 1**: Tuberías sobre la carretera "North Toe" - Inspección de estabilidad (1de5)*



***Figura 3.3 – 2**: Tuberías sobre la carretera "North Toe" - Inspección de estabilidad (2de5)*



***Figura 3.3 – 3**: Tuberías sobre la carretera "North Toe" - Inspección de estabilidad (3de5)*



__Figura 3.3 – 4__: Tuberías sobre la carretera "North Toe" - Inspección de estabilidad (4de5)

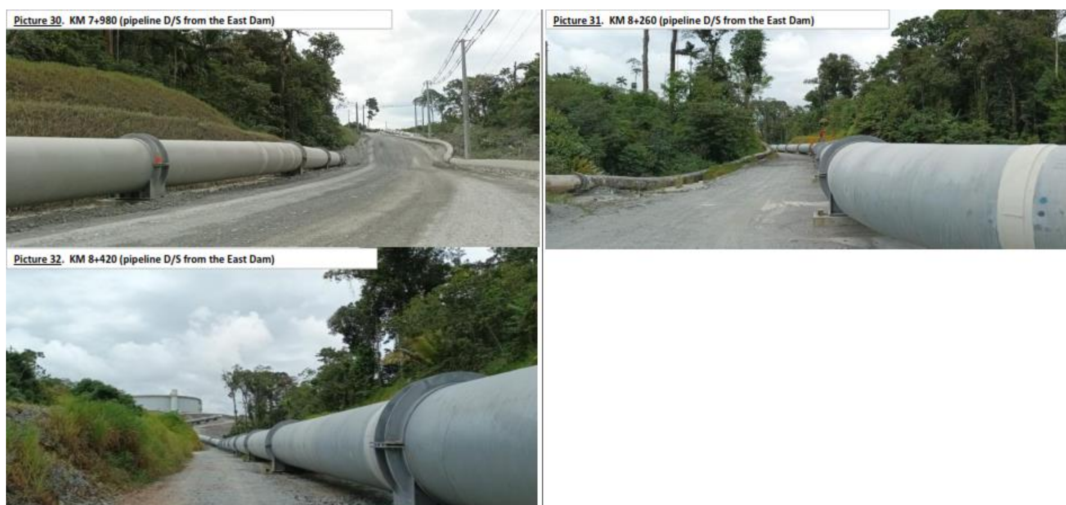


__Figura 3.3 – 5__: Tuberías sobre la carretera "North Toe" - Inspección de estabilidad (5de5)

4. CONCLUSIÓN

- El estado general de los taludes a lo largo de las líneas de tubería se encuentra en buenas condiciones y el sistema de drenaje parece estar funcionando correctamente. Durante las inspecciones de campo se evidencia algunos deslizamientos menores los cuales también se identificaron en inspecciones anteriores y no presentan muestras de haber agravado.
- El estado general de las fundaciones a lo largo de las tuberías se encuentra en buenas condiciones. Durante esta inspección, no se identificó ninguna erosión superficial nueva significativa. Sin embargo, se recomienda analizar una situación de bloqueo de las tuberías de descarga en el aliviadero del “Sed Pond” 4, en el KM 9+325 de la línea de tubería sobre la carretera “Decant”.
- Se recomienda continuar con el monitoreo de las líneas de tuberías con el fin de identificar cualquier posible riesgo que pueda comprometer la operación de las mismas.
- Se recomienda enfáticamente la instalación de estaciones de referencia a lo largo de la tubería o calle para poder identificar con mayor eficiencia las áreas con daños.